

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-164319

(P2000-164319A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

1017 U.S. PTO
10/073268
02/13/02

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 T 13/20

H 0 1 T 13/20

B

13/46

13/46

13/52

13/52

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-236289

(22) 出願日 平成11年8月24日 (1999.8.24)

(31) 優先権主張番号 特願平10-270412

(32) 優先日 平成10年9月25日 (1998.9.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市中区瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 松原 佳弘

愛知県名古屋市中区瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(74) 代理人 100095795

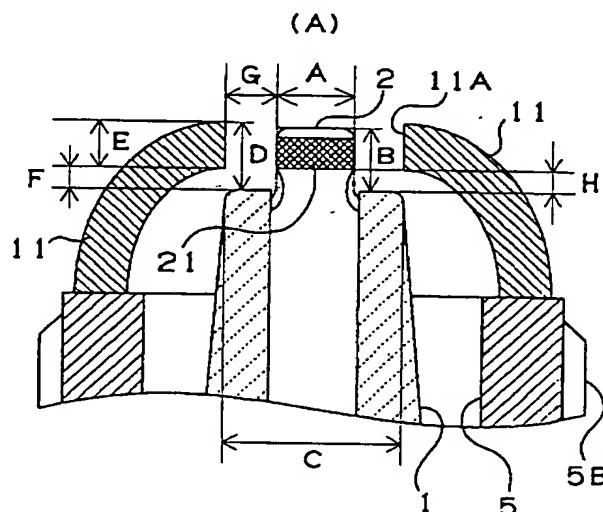
弁理士 田下 明人 (外1名)

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ

(57) 【要約】

【課題】 セミ沿面放電型あるいは間欠セミ沿面放電型のスパークプラグであって、寿命の長いものを提供する。

【解決手段】 接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの最短距離Gより接地電極11の端面11Aから絶縁碍子1までの最短距離Fの方が短くなるようにし、中心電極2の一部に絶縁碍子1の端面とは少なくとも所定の離間距離Hを有して耐火花消耗部材21を固着した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心貫通孔を有する絶縁碍子と、前記中心貫通孔に保持された中心電極と、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、その主体金具に電気的に導通している接地電極とを備えたスパークプラグにおいて、前記接地電極は、複数個設けられ、接地電極と前記中心電極の先端部との間に火花放電ギャップを形成すると共に、前記火花放電ギャップより接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成され、前記中心電極は、耐火花消耗部材が配されたその先端が前記絶縁碍子の端面から突出し、前記絶縁碍子の端面と同一平面内を中心電極母材とされていること、を特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記絶縁碍子の端面と前記耐火花消耗部材との離間距離は、少なくとも0.2mm以上あるようにしたことを特徴とする請求項1記載のスパークプラグ。

【請求項3】 前記中心電極の径が2mm以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載のスパークプラグ。

【請求項4】 前記中心電極の先端が、前記接地電極の端面のスパークプラグ先端側の端縁と後退側の端縁との間に位置するようにしたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項5】 前記接地電極と絶縁碍子との離間距離を0.3mm以上に設定していることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項6】 前記絶縁碍子の端面の形状が、中心電極に向かうに従ってえぐられた、すり鉢形状をしていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項7】 前記中心電極の径が、前記絶縁碍子端面における径よりも先端の径が大とされていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項8】 前記耐火花消耗部材が、中心電極の先端若しくは先端近傍に固着されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のスパークプラグ。

【請求項9】 前記絶縁碍子の端面の軸方向位置が、接地電極の端面のスパークプラグ先端側の端縁と後退側の端縁との間にあり、絶縁碍子の端面から接地電極の後退側の端縁までの軸方向距離が接地電極の端面の厚さ（端面の先端側の端縁から後退側の端縁までの距離）の40%以上あることを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のスパークプラグ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の着火装置として用いられるスパークプラグに関し、特にロータリーエンジン、高圧縮率のレシプロエンジン等の高出

力、高性能の内燃機関に用いられるスパークプラグに関する。

【0002】

【従来の技術】高出力、高性能の内燃機関では標準型の平行電極のスパークプラグは、接地電極の耐熱性及び折損等の機械的強度の問題、それに低負荷時のカーボン汚損の問題から使用できず、中心電極の側周面に対向して複数の接地電極を配置したセミ浴面放電型あるいは間欠セミ浴面放電型のスパークプラグが採用されてきた。このようなセミ浴面型スパークプラグでは中心電極の耐火花消耗性が問題になる。このため、特開平6-176849号公報には、中心電極の絶縁碍子の端面近傍に白金合金等の耐火花消耗部材の被膜を巻き、その耐火花消耗部材の1/2程度を絶縁碍子の中に埋没させたものが提案されている。このようにすることにより、中心電極の火花消耗を防ぎ、絶縁碍子の表面がカーボンでくすぶった時は浴面放電を起こして火花清浄をし、十分な着火性とその当時としては十分な寿命を備えたものであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のスパークプラグは寿命が短いという問題点が表面化してきた。従来、高性能のスパークプラグはさほど高寿命を要求されず、5万Km～6万Km走行の寿命で十分だとされてきた。しかし、近年、高性能のスパークプラグにも10万Km～12万Km走行の寿命が求められるようになってきた。上記公報に記載のスパークプラグでは、絶縁碍子表面が火花放電によりえぐられるチャネルリングにより、かかる寿命を達成することができなかった。これは次のような理由によることが判明した。

【0004】上記公報に記載の、絶縁碍子の端面近傍の中心電極に白金合金等の耐火花消耗部材の被膜を巻き、その耐火花消耗部材の一部を絶縁碍子の中に埋没させたスパークプラグにおいて、新品のもので絶縁碍子がカーボンで汚損されていないものでは飛火のうち約70%が中心電極の上部と側方接地電極との間で行われる。残り30%は絶縁碍子の端面を這う浴面放電として飛火する。勿論、絶縁碍子の表面がカーボンで汚損されているときは100%浴面放電として飛火し絶縁碍子を火花清浄する。

【0005】しかしながら、数万Km走行の使用の後には、図3(B)に示すように、中心電極のうち耐火花消耗部材の巻かれていない先端部が火花放電により消耗する。このため中心電極の先端部と側方接地電極との間隙が大きくなり、放電距離が大きくなって飛火しづらくなる。先端部の火花消耗の結果、先端部近傍の電界が緩和するからだと考えても良い。この結果、耐火花消耗部材の巻かれている中心電極の根本部近傍と側方接地電極との間で飛火する浴面放電が主な放電となる。このようにして、数万Km走行後には絶縁碍子の端面を這う浴面放電が主な放電となるため、チャネルリングが加速度的に

進行する。チャンネリングが進行すると耐熱性等を損ねたりスパークプラグの信頼性の低下をもたらすため、スパークプラグの寿命になってしまう。

【0006】そこで、本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたもので、高出力、高性能の内燃機関に使用されるスパークプラグであって、耐汚損性にも優れ、かつ、チャンネリングにも強く寿命の長いスパークプラグを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明のうち請求項1記載の発明は、中心貫通孔を有する絶縁碍子と、前記中心貫通孔に保持された中心電極と、前記絶縁碍子を保持する主体金具と、その主体金具に電気的に導通している接地電極とを備えたスパークプラグにおいて、前記接地電極は、複数個設けられ、接地電極と前記中心電極の先端部との間に火花放電ギャップを形成すると共に、前記火花放電ギャップより接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成され、前記中心電極は、耐火花消耗部材が配されたその先端が前記絶縁碍子の端面から突出し、前記絶縁碍子の端面と同一平面内を中心電極母材とされていること、を特徴とする。

【0008】ここで、耐火花消耗部材とは、普通に電極材料として用いられる耐食性に優れたニッケル合金であるインコネルより融点の高い貴金属材料のすべてをいい、より具体的には、白金(Pt)、白金-イリジウム(Pt-Ir)、白金-ニッケル(Pt-Ni)、白金-イリジウム-ニッケル(Pt-Ir-Ni)、白金-ロジウム(Pt-Rh)、イリジウム-ロジウム(Ir-Rh)、イリジウム-イットリア(Ir-Y₂O₃)などの貴金属、貴金属合金、又は貴金属焼結体等の部材のすべてをいう。

【0009】このように形成すると、新品の状態では中心電極の先端部側周面と側方の接地電極の端面との間で約70%飛火する。残りの約30%は絶縁碍子の端面を這う沿面放電として中心電極の根本付近と側方接地電極の間で飛火する。絶縁碍子の端面がカーボンで汚損すると、接地電極の端面から中心電極の側周面までの最短距離より接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成されているから、100%沿面放電し、カーボンで汚損された絶縁碍子の端面を火花清浄する。このため、耐汚損性に優れたスパークプラグとなる。

【0010】そして、数万Km走行に相当する使用の後では、中心電極の根本(絶縁碍子の端面近傍)は、沿面放電の火花により消耗し、若干径が細くなる。絶縁碍子の端面と同一平面内を中心電極母材とされているため、絶縁碍子の端面とは少なくとも所定の離間距離を有して耐火花消耗部材が固着されている。従って、絶縁碍子の端面近傍には耐火花消耗部材が配設されていないからで

ある。中心電極の内、耐火花消耗部材が固着された部分の消耗は比較的僅かである。このため、新品時に比べて絶縁碍子端面近傍の中心電極の側周面と側方の接地電極との距離が長くなり、放電距離が長くなる。一方、中心電極のうち耐火花消耗部材が固着された箇所と側方の接地電極との放電距離は余り変わらない。

【0011】この結果、数万Km走行後は、中心電極の耐火花消耗部材が固着された部分と側方接地電極との火花放電が主な放電となり、中心電極の根本からの沿面放電の発生する頻度は極く低くなる。このため、チャンネリングの進行が抑制され、スパークプラグの寿命は長くなる。そして、絶縁碍子の端面がカーボンで汚損された時は、接地電極の端面から中心電極の側周面までの最短距離より接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成されているから、側方接地電極から絶縁碍子端面に飛火し沿面放電が起こって絶縁碍子を火花清浄し耐汚損性を維持する。

【0012】ここで、請求項2記載の発明のように、絶縁碍子の端面から耐火花消耗部材までの離間距離は、少なくとも0.2mm以上あるようにしたことを特徴とすることができる。このように形成すると、中心電極の根本が火花によって消耗したとき又は耐火花消耗部材が酸化等によって表面が荒れた時に耐火花消耗部材から側方接地電極への飛火率が上昇したとしても、火花放電により絶縁碍子が傷つく可能性が小さくなり、チャンネリングが発生する可能性が小さくなる。

【0013】ここで、請求項3記載の発明のように、中心電極の径が2mm以下であることを特徴とすることができる。このように形成すると、絶縁碍子の端面に沿って火花放電する沿面放電の際にカーボン汚損を清浄する火花清浄性が向上する。また、着火性が向上する利点もある。

【0014】ここで、請求項4記載の発明のように、中心電極の先端が、接地電極の端面のスパークプラグ先端側の端縁と後退側の端縁との間に位置するようにしたことを特徴とすることができる。このように形成すると、中心電極の先端と側方の接地電極の端面との間の放電が主な放電となり、絶縁碍子の端面に沿う沿面放電は間欠的にしか起こらない。この現象は、接地電極の端面が絶縁碍子よりも先端側に位置する間欠セミ沿面放電型のスパークプラグの場合および、接地電極の端面と中心電極との間に絶縁碍子が位置するセミ沿面放電型のスパークプラグの場合の何れの場合にも当てはまる。このため、絶縁碍子の端面が火花で傷む頻度が低くなり、チャンネリングに強くなる。一方、絶縁碍子の表面がカーボンで汚損されると、接地電極の端面から中心電極の側周面までの最短距離より接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成されているから、確実にセミ沿面放電が発生し、絶縁碍子の表面が火花清浄される。

【0015】ここで、請求項5記載の発明のように、接地電極と絶縁碍子との離間距離を0.3mm以上に設定していることを特徴とすることができる。このように形成すると、カーボン汚損時に、接地電極と絶縁碍子端面との間でカーボンブリッジが形成されにくくなり、それだけ低温始動時の汚損に強くなる。

【0016】ここで、請求項6記載の発明のように、絶縁碍子の端面の形状が、中心電極に向かうに従ってえぐられた、すり鉢形状をしていることを特徴とすることができる。このように形成すると、絶縁碍子の端面の沿面距離が長くなり、それだけ汚損に強くなる。また、チャンネリングにも強くなる。ここで、端面の沿面距離を稼ぐだけなら、すり鉢形状でなくても逆の円錐形状でも良いように思われるが、円錐形状では側方接地電極からの火花放電に直角に近い角度で絶縁碍子の端面が曝され、かえってチャンネリングに弱くなるため好ましくない。

【0017】ここで、請求項7記載の発明のように、中心電極の径が、絶縁碍子端面における径よりも先端の径が大とされていることを特徴とすることができる。このように形成すると、放電間隔が狭くなった中心電極の先端部で主なる火花放電が発生し、中心電極の根本近傍での火花放電の発生頻度がはるかに低減するから、チャンネリングに強くなる。また、燃焼室での着火性が向上するという利点もある。

【0018】ここで、請求項8記載の発明のように、耐火花消耗部材が、中心電極の先端若しくは先端近傍に固着されていることを特徴とすることができる。このように形成すると、相当時間走行し中心電極の側周が火花消耗した後では、中心電極先端の耐火花消耗部材からの飛火が支配的になるので、チャンネリングに強くなる。また、燃焼室での着火性が向上する。

【0019】ここで、請求項9記載の発明のように、絶縁碍子の端面の軸方向位置が、接地電極の端面のスパークプラグ先端側の端縁と後退側の端縁との間にあり、絶縁碍子の端面から接地電極の後退側の端縁までの軸方向距離が接地電極の端面の厚さ（端面の先端側の端縁から後退側の端縁までの距離）の40%以上あることを特徴とすることができる。このように形成すると、接地電極の端面のスパークプラグ先端側の端縁に火花放電が飛びやすくなり、火花が絶縁碍子の表面に強く押しつけられる事が少なくなるので、チャンネリングに強くなる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照し説明する。図1は本発明に係るスパークプラグ20の部分断面図である。周知のように、アルミナ等からなる絶縁碍子1は、その上部に沿面距離を稼ぐためのコルゲーション部1Aを、下部に内燃機関の燃焼室に曝される脚長部1Bを備え、その軸中心には中心貫通孔1Cを備えている。中心貫通孔1Cの下端（先端）には、インコネル等のニッケル合金からなる中心電極2が保持

され、中心電極2は絶縁碍子1の下端面から下方に突出している。中心電極2は実際にはインコネル単体で構成されるものではなく、その中心に芯材として銅（Cu）が挿入され熱伝導度の改善を図っているが、図面が複雑になるので図示していない。中心電極2は中心貫通孔1Cの内部に設けられたガラス抵抗3を経由して上方の端子4に電氣的に接続されている。端子4には図示しない高耐圧ケーブルが接続され高電圧が印加される。上記絶縁碍子1は主体金具5に囲まれ支持されている。

【0021】主体金具5は低炭素鋼材で構成され、スパークプラグレンチと嵌合する六角形部5Aと、シリンダヘッドに螺合するねじ部5Bとを備えている。主体金具5はそのかしめ部5Cにより絶縁碍子1にかしめられ、主体金具5と絶縁碍子1が一体にされる。かしめによる密閉を完全なものとするため、主体金具5の内周段部5Eと絶縁碍子1との間に板状のパッキン部材6を介在して燃焼室に曝される脚長部1Bと絶縁碍子1の上部とのシールを完全にしている。また、かしめ部5Cと絶縁碍子1との間にワイヤ状のシール部材7、8を介在し、シール部材7、8の間にタルク（滑石）9の粉末を充填して弾性的にシールをし主体金具5と絶縁碍子1との固定を完全にしている。勿論、タルク9の無い形式のスパークプラグでも良い。また、ねじ部5Bの上端にはガスケット10が嵌挿されている。主体金具5の下端にニッケル合金からなる2つの接地電極11、11が溶接により接合されている。接地電極11、11はその端面が中心電極2の側周面に対向するように形成されている。

【0022】図2は第1の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。図1とは上下を逆にして先端を上にして描いている。中心電極2は、約10万Km程度走行し摩耗した状態を実線で示し、新品の状態を鎖線で描いている。摩耗した状態はやや誇張して描いている。中心電極2の側周面には耐火花消耗部材21が、具体的には白金（Pt）がレーザ溶接により固着されている。耐火花消耗部材21は絶縁碍子1の端面とは所定の離間距離Hを有して中心電極2に固着されている。2つの接地電極11、11は互いに180度の位置に配設され、その接地電極11の端面11Aが中心電極2の側周面に対向するようにされている。そして、接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの最短距離Gより接地電極11の端面11Aから絶縁碍子1までの最短距離Fの方が短くなるように形成されている。

【0023】各部の寸法の詳細について説明する。中心電極2の直径Aは、 $A=2.0$ （単位はmm、以下同じ）、中心電極2の絶縁碍子1からの突き出し量Bは、 $B=1.8$ 、絶縁碍子1の端面の直径Cは、 $C=4.6$ 、である。絶縁碍子1の端面から接地電極11の端面11Aのスパークプラグ先端側の端縁（図面上側の端縁）までの距離D（以下、接地電極の突き出し量Dとい

う)は、 $D=2.1$ 、接地電極11の厚さ(端面11Aの図面上側の端縁から下側の端縁までの距離)Eは、 $E=1.6$ 、接地電極11の端面11Aの図面下側の端縁から絶縁碍子1の端面までの距離F(以下、セミ沿面気中ギャップFという)は、 $F=0.5$ 、接地電極11の端面11Aから中心電極2の側周面までの距離G(以下、側方電極気中ギャップという)は、 $G=1.3$ 、である。また、絶縁碍子1の端面から耐火花消耗部材21までの所定の離間距離Hは、 $H=0.5$ 、とした。

【0024】従って、この実施の形態のスパークプラグは、セミ沿面気中ギャップ $F<$ 側方電極気中ギャップ G 、であるので請求項1の要件を満たす。耐火花消耗部材までの所定の離間距離 $H=0.5>0.2$ 、であるので請求項2の要件を満たす。中心電極の径 $A=2.0\leq 2$ 、であるので請求項3の要件を満たす。接地電極突き出し量 $D>$ 中心電極突き出し量 B であり、 $(D-B)<$ 接地電極の厚さ E 、であるので請求項4の要件を満たす。また、セミ沿面気中ギャップ $F=0.5>0.3$ 、であるので請求項5の要件を満たす。このように、請求項1、2、3、4、5の要件を満たすスパークプラグの耐久性について従来のスパークプラグと対比して実験を行った。

【0025】図3は対比実験に使用された従来の2つのスパークプラグの先端部を示す断面図である。図3

(B)のスパークプラグは中心電極2の側周面に耐火花消耗部材(白金)21が固着され、その耐火花消耗部材21の一部が絶縁碍子1の中に埋没するように形成されている。この従来のスパークプラグをプラグBと称することとする。図3(C)のスパークプラグは中心電極2に耐火花消耗部材は付加されておらず、ニッケル合金である95wt%ニッケルである。この従来のスパークプラグをプラグCと称することとする。これに対し、図2に示す本発明に係るスパークプラグをプラグAと称することとする。プラグA、B、Cは寸法的には全く同一に形成され、耐火花消耗部材の有無及びその固着位置が異なるのみである。また、図3では図2と同様に、中心電極2は数万Km走行し摩耗した状態をやや誇張して実線で示し、新品の状態を鎖線で示している。

【0026】図4及び図5は実機耐久テスト結果を示すものである。運転条件としては、直列6気筒2リッターのエンジンを用い、5000rpmでスロットル全開、WOT(Wide Open Throttle)、で運転した。この運転は約170Km/Hrでの走行に相当し、300Hr

の耐久時間で5万Kmの走行に、600Hrの耐久時間で10万Kmの走行に相当する。図中で、○はプラグA(本発明品)の、□はプラグB(従来品Pt有り)の、△はプラグC(従来品Pt無し)のデータをそれぞれ示している。

【0027】図4は運転時間と側方気中ギャップGの増加量との関係を示すグラフ図である。耐久時間が200Hrを越すと各プラグのデータの乖離が始まり、400Hrでは各プラグのデータが大きく乖離している。そして、600Hrまではほぼ平行に推移する。いずれにしても本発明に係るプラグAが最もギャップ増加量が少なく耐久性に優れている。プラグBがこれに次ぎ、プラグCは最も劣る。

【0028】図5は運転時間と放電電圧との関係を示すグラフ図である。放電電圧はアイドルレーシング(アイドル運転で空吹かしを行う)での瞬時の最大放電電圧で評価した。新品の状態では本発明に係るプラグAは従来品であるプラグB、プラグCよりかえって高い放電電圧を示す。しかし、運転の続行に従って各プラグの放電電圧は逆転し、耐久時間が100Hrを越すと放電電圧はプラグAが最も低くなり、プラグB、プラグCがこれに次ぐ。この傾向は耐久時間600Hrまで続く。そして、プラグAの放電電圧は徐々に増加率が低下していく。これに対して、プラグB、プラグCは耐久時間200Hrから300HrまではプラグAと同じように増加するのに対し、300Hrから600Hrでは放電電圧の増加率が若干増大する傾向が見られる。このような傾向からも、本発明に係るプラグAが、プラグB、プラグCに比べて耐久性に優れていることがうかがわれる。

【0029】次に、上記の600Hrに及ぶ耐久テストの結果得られた、各プラグA、B、Cの耐チャンネリング特性等について述べる。得られた結果を下記の表1に示す。表1から明らかなように、絶縁碍子1がカーボンで汚損された「くすぶり」時のセミ沿面飛火率はいずれのプラグも100%である。すなわち、どの耐久時間においても「くすぶり」の状態になると、側方の接地電極11から絶縁碍子1の端面の縁に飛火し、火花は端面に沿って中心電極2に飛火する。従って、絶縁碍子表面のカーボンは火花により焼き清められ、「くすぶり」は確実に火花清浄される。

【0030】

【表1】

プラグ	A	B	C
くすぶり時の セミ沿面飛火率	100%	100%	100%
5万Km (300Hr) 時の 中心電極上部での飛火率	90%	35%	55%
10万Km (600Hr) 時の チャンネリング状況	◎	△	△

【0031】次に、5万Km (300Hr) 走行後の中心電極2の上部での飛火率を見ると、プラグAでは90%、プラグBでは35%、プラグCでは55%が中心電極2の上部で飛火していた。残りの%は中心電極2の根本付近に飛火し、絶縁碍子1の端面に沿ったセミ沿面放電をしていることになる。プラグAでは、図2に示すように、耐火花消耗部材(Pt)21が絶縁碍子1の端面から所定の離間距離 $H=0.5\text{mm}$ だけ離れて中心電極2に固着しているから、最初の5万Kmの走行で耐火花消耗部材21の無い中心電極2の根本近傍が火花消耗してえぐられてしまう。このため、接地電極11から中心電極2の根本近傍までの距離より接地電極11から中心電極11の耐火花消耗部材21の部分までの距離が短くなってしまい、絶縁碍子1から離れた耐火花消耗部材21への飛火が90%と支配的になると考えられる。中心電極2の根本近傍がえぐられた結果、根本近傍の電界が緩和してしまうからだと考えても良い。

【0032】プラグBでは、図3(B)に示すように、耐火花消耗部材(Pt)21の一部を絶縁碍子1に埋没するようにして中心電極2に固着されているから、プラグAとは逆に、最初の5万Kmの走行で中心電極2の先端部が火花摩耗する。このため、接地電極11から中心電極2の先端部までの距離が長くなり、あるいは、中心電極2の先端部の電界が緩和され、結果的に中心電極2の先端部への飛火が35%と低減する。そして、耐火花消耗部材21で覆われた中心電極2の根本近傍への飛火が支配的になる。

【0033】プラグCでは、図3(C)に示すように、

中心電極2に耐火花消耗部材が固着されていないから、最初の5万Kmの走行で中心電極2の根本と先端部の双方が摩耗する。そして、中心電極2の先端部への飛火が55%となり、先端部と根本部への飛火がほぼ半々になる。

【0034】次に、10万Km (600Hr) 走行後の絶縁碍子1の表面に生じたチャンネリング溝の深さを走査型電子顕微鏡の観察により測定した。判定条件は、後述する最適な離間距離を決定するためのテスト結果も含めて、溝深さが0.2mm未満を軽(◎)、0.2~0.3mmを小(○)、0.3~0.4mmを中(△)、0.4mmを超えるものを重(×)とした。

【0035】本発明に係るプラグAでは◎であり、ごく軽微なチャンネリングが散見されるに留まった。これに対して、従来のプラグB及びプラグCでは△であり、浅いチャンネリングが見出された。これらの結果は、前述の5万Km走行後の中心電極上部での飛火率から、およそ推察されるところである。

【0036】次に、最適な離間距離 H を決定するために、他の各部寸法をプラグAと同一に設定し、絶縁碍子1の端面から耐火花消耗部材21までの離間距離 H を、 $H=0$ 、 $H=0.1$ 、 $H=0.2$ 、 $H=0.3$ 、 $H=0.4$ (mm)、にそれぞれ設定した各種のスパークプラグを用意した。これらのスパークプラグについて、上述の実機耐久テストを600Hr行った後の絶縁碍子1の耐チャンネリング特性結果を下記の表2に示す。

【0037】

【表2】

H (mm)	0	0.1	0.2	0.3	0.4
チャンネリング状況	△	○	◎	◎	◎

【0038】このチャンネリング状況から、耐火花消耗部材(Pt)21が絶縁碍子1の端面と同一平面上の中心電極2に固着されている $H=0\text{mm}$ の場合は、チャンネリングの程度が大きい。そして、離間距離が $H=0.1\text{mm}$ ではチャンネリングの程度がやや軽くなり、 $H=0.2\text{mm}$ 以上離れるとチャンネリングは殆ど生じなく

なる。

【0039】以上説明したように、前記の図2に示す本発明の実施の形態によれば、図4、図5のグラフ図及び表1から明らかなように、間欠セミ沿面放電型のスパークプラグでありながら、チャンネリングに強く、耐久性に優れ、かつ、低負荷時のカーボン汚損にも強いという

利点がある。また、絶縁碍子1の端面と耐火花消耗部材21との離間距離Hは、0.2mm以上あることが好ましい。しかしながら、本発明の実施の形態は前記の図2に示すものに限定されるものではなく、種々の変形例が考えられる。以下、図面を参照し説明する。

【0040】図6(A)は第2の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。このスパークプラグでは中心電極2の側周ではなく先端に円板状の耐火花消耗部材(白金Pt)22が抵抗溶接により固着されている。その他は図2に示す第1の実施の形態と同じである。このように形成すると、数万Kmの走行後は中心電極2の側周部が火花消耗し、若干径が細くなる。先端の耐火花消耗部材22の部分はその径がほぼ維持されるため飛火が先端部に集中し火花が絶縁碍子1から離れる。このため、耐チャンネリング性に優れたスパークプラグになる。絶縁碍子1が汚損されたときは接地電極11から絶縁碍子1に飛火し、セミ沿面放電が生じて火花清浄する。この実施の形態は電界の集中しやすい中心電極先端部の形状が維持されるため、中心電極先端部での飛火率がより高くなり、それだけ耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなるという利点がある。また、先端部で飛火するため着火性に優れるという利点がある。この第2の実施の形態は請求項8に対応している。

【0041】図6(B)は第3の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。この実施の形態では中心電極の露出部の径が先端部を除き縮径されている。中心電極2'の縮径された部分の径Jは、 $J = 1.6$

(単位はmm以下同じ)であり中心電極2'の本来の径 $A = 2.0$ に比べて0.4mm縮径されている。中心電極2'の先端に径が2.0mmの円板状の耐火花消耗部材(白金Pt)23が抵抗溶接により固着されている。その他は図6(A)に示す第2の実施の形態と同じである。このように形成すると、走行の最初の段階から、放電間隔が狭く電界の集中する中心電極2'の先端部の耐火花消耗部材23に飛火が集中し、中心電極2'の根本近傍での飛火頻度のはるかに低減する。従って、それだけより耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなり、着火性に優れるという利点がある。

【0042】上記の第3の実施の形態は請求項7に記載の発明に対応している。本来の径Aに対して縮径された部分の径Jの縮径の程度は、 $-0.2 \sim -1.0$ mmの範囲が好ましく、より好ましくは、 $-0.3 \sim -0.6$ mmの範囲が好ましい。また、縮径された部分の径Jは1.0mm以上であることが好ましい。中心電極2'の強度確保の要請からである。

【0043】図7は第4の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。このスパークプラグでは接地電極11'の端面11A'が中心電極2の側周面に斜めに対向している。そして、接地電極11'の端面11A'のうち図面下側の端縁11Bから中心電極2の側周

面までの最短距離G'より、接地電極11'から絶縁碍子1までの最短距離F'の方が短くなるように形成されている。その他は図6(A)に示す第2の実施の形態と同じである。

【0044】このように形成すると、走行の最初の段階から、放電間隔が狭く電界の集中する接地電極11'の端面11A'のうち図面下側の端縁11Bと中心電極2の側周面に飛火が集中し、中心電極2の根元近傍での飛火頻度のはるかに低減する。また、数万Kmの走行後は中心電極2の側周部が火花消耗し、若干径が細くなる。先端の耐火花消耗部材22の部分はその径がほぼ維持されるため、飛火が先端部にさらに集中する。このため、耐チャンネリング性に優れたスパークプラグになる。絶縁碍子1が汚損されたときは接地電極11'から絶縁碍子1に飛火し、セミ沿面放電が生じて火花清浄する。

【0045】この実施の形態は電界の集中しやすい中心電極先端部の形状が維持されるため、中心電極先端部での飛火率がより高くなり、それだけ耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなるという利点がある。また、先端部で飛火するため着火性に優れるという利点がある。従って、それだけより耐チャンネリング性に優れ寿命が長くなり、着火性に優れるという利点がある。この第4の実施の形態は請求項8に対応している。

【0046】図8は第5の実施の形態を示し、図8

(A)は先端部の断面図を、図8(B)は斜視図を示している。この実施の形態では、図2に示す第1の実施の形態のように中心電極2の側周の全周に渡って帯状に耐火花消耗部材21を配設するのではなく、接地電極11の端面11Aに対向する部分にのみ、白金(Pt)からなる二つの円形の耐火花消耗部材24を配設しレーザ溶接により固着している。この実施の形態は高価な耐火花消耗部材の使用量が少なくすむという利点がある。

【0047】図9は第6の実施の形態を示し、図9

(A)は先端部の断面図を、図9(B)、(C)、

(D)はそれぞれ斜視図を示している。この実施の形態では、図6(A)に示す第2の実施の形態のように中心電極2の先端面の全面に渡って円板状の耐火花消耗部材22を配設するのではなく、中心電極2の先端面に棒状の耐火花消耗部材25を置き、その両端部が接地電極11の端面11Aに対向するように配設してレーザ溶接若しくは抵抗溶接で固着している。図9(B)では四角柱状の耐火花消耗部材25が用いられ、その稜辺が中心電極2の先端面に接するように固着されている。図9

(C)では同じく四角柱状の耐火花消耗部材26が用いられ、その辺面が中心電極2の先端面に接するように固着されている。図9(D)では円柱状の耐火花消耗部材27が用いられ、その周面が中心電極2の先端面に接するように固着されている。

【0048】図面では明示していないが、棒状の耐火花消耗部材25、26、27の両端部を中心電極2の側周

面より僅かに外方に突出させても良い。この実施の形態は高価な耐火花消耗部材の使用量が少なくてすむという利点がある。また、電界が棒状の耐火花消耗部材 25, 26, 27 の端部に集中しやすいので耐火花消耗部材の端部への飛火率が高くなるという利点がある。この第6の実施の形態は請求項8の発明に対応する。

【0049】図10(A)は第7の実施の形態を示している。中心電極2の側周の接地電極11の端面11Aに対向する位置に、腹巻き状に、白金(Pt)からなる耐火花消耗部材28がレーザ溶接により固着されている。

【0050】図10(B)は第8の実施の形態を示す断面図である。この実施の形態は図9(A)に示すスパークプラグの中心電極2の先端部を切断あるいは研削により削除した形状をしている。このため、腹巻き状の耐火花消耗部材29の上端が中心電極2の先端に露出している。この実施の形態は中心電極2の先端に電界が集中しやすく、中心電極2の先端の耐火花消耗部材29への飛火率が向上し、着火性が良くなると共にチャンネリングに強くなるという利点がある。この第8の実施の形態は請求項8の発明に対応する。

【0051】図11は第9の実施の形態を示す断面図である。この実施の形態の中心電極2や耐火花消耗部材28の形状は図10(A)に示す第7の実施の形態と同じである。ここでは、絶縁碍子1'の端面1Dの形状が異なる。絶縁碍子1'の端面1Dの形状は、平面ではなく、中心電極2に向かうに従ってえぐられた、すり鉢形状をしている。すり鉢形状の端面1Dとすることにより、絶縁碍子1'の端面1Dの沿面距離が長くなり、それだけ汚損に強くなり、また、チャンネリングにも強くなる。この第9の実施の形態は請求項6の発明に対応している。

【0052】図12(A)は第10の実施の形態を示す断面図である。この実施の形態では中心電極41は絶縁碍子1の端面から僅かしか突出しておらず、中心電極41の先端面には円板状の耐火花消耗部材30が抵抗溶接により固着されている。接地電極11は、その端面11Aが中心電極41の側周面に対向すると共に、接地電極11の端面11Aのスパークプラグ先端側(図面上側)の端縁と後退側(図面下側)の端縁の間に、絶縁碍子1の端面が位置するように配置されている。いわゆるセミ沿面放電型のスパークプラグである。そして、絶縁碍子1の端面から接地電極11の後退側の端縁までの軸方向距離Kが、接地電極11の厚さ(端面11Aの先端側の端縁から後退側の端縁までの距離)Lの40%以上となるように形成されている。

【0053】このようにすると、接地電極11の端面11Aの図面上側の端縁から中心電極41の耐火花消耗部材30に飛火しやすくなり、火花が絶縁碍子1の表面にまとわりつくことが無くなるので、チャンネリングに強くなる。この実施の形態は請求項8及び9の発明に対応

している。

【0054】図12(B)は第11の実施の形態を示す断面図である。この実施の形態では、中心電極42の先端に、円板状の耐火花消耗部材ではなく、円環状の耐火花消耗部材31がレーザ溶接又は抵抗溶接により固着されている。その他は図12(A)に示す第10の実施の形態と同じであり、第10の実施の形態と同じ作用効果を奏する。この実施の形態は高価な耐火花消耗部材の使用量が少なくて良いという利点を持つ。この実施の形態は請求項8及び9の発明に対応している。

【0055】図13は第12の実施の形態を示す断面図である。この実施の形態では中心電極43が絶縁碍子1の端面より若干突出し、中心電極43の先端近傍の側周に帯状の耐火花消耗部材32がレーザ溶接により固着されている。その他は第10の実施の形態と同じである。この実施の形態は請求項8及び9の発明に対応している。

【0056】以上述べた実施の形態では接地電極11の数をいずれも2極として説明した。しかし、接地電極11の極数は2極に限定されるものではなく、3極、4極といった多極のスパークプラグとしても実現できることは明らかである。耐汚損性の性能からは多極のものが優れているが製作コストを勘案して極数が決定される。

【0057】普通のスパークプラグは要求電圧が低いことから負極性で用いることが多い。しかし、本発明に係るスパークプラグは正極性で用いても要求電圧がさほど上昇しない。このため、このスパークプラグを両極性の電源で使うことができ、点火システムのコストを低減することができる。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、接地電極の端面から中心電極の側周面までの最短距離より接地電極の端面から絶縁碍子までの最短距離の方が短くなるように形成し、中心電極の一部に絶縁碍子の端面とは少なくとも所定の離間距離を有して耐火花消耗部材を固着したものであるから、「くすぶり」等に対する耐汚損性に極めて優れ、かつ、絶縁碍子のチャンネリングも少なく、また、中心電極の火花消耗も少なく、スパークプラグの寿命が長いという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るスパークプラグの部分断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係るスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図3】従来のスパークプラグの先端部を拡大して示す断面図である。

【図4】耐久運転時間と側方気中ギャップの増加量との関係を示すグラフ図である。

【図5】耐久運転時間と放電電圧との関係を示すグラフ

図である。

【図6】(A)は第2の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図、(B)は第3の実施の形態を示す断面図である。

【図7】第4の実施の形態を示すスパークプラグ先端部の断面図である。

【図8】第5の実施の形態を示し、(A)は断面図、(B)は斜視図である。

【図9】第6の実施の形態を示し、(A)は断面図、(B)、(C)、(D)は中心電極の先端付近を示す斜視図である。

【図10】(A)は第7の実施の形態を示す断面図、(B)は第8の実施の形態を示す断面図である。

【図11】第9の実施の形態を示す断面図である。

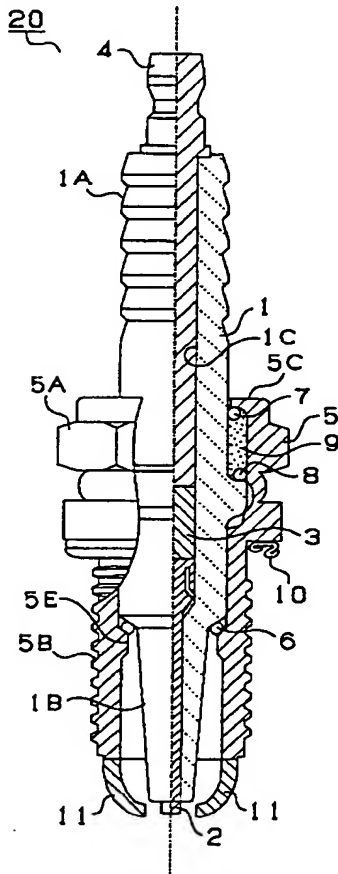
【図12】(A)は第10の実施の形態を示す断面図、(B)は第11の実施の形態を示す断面図である。

【図13】第12の実施の形態を示す断面図である。

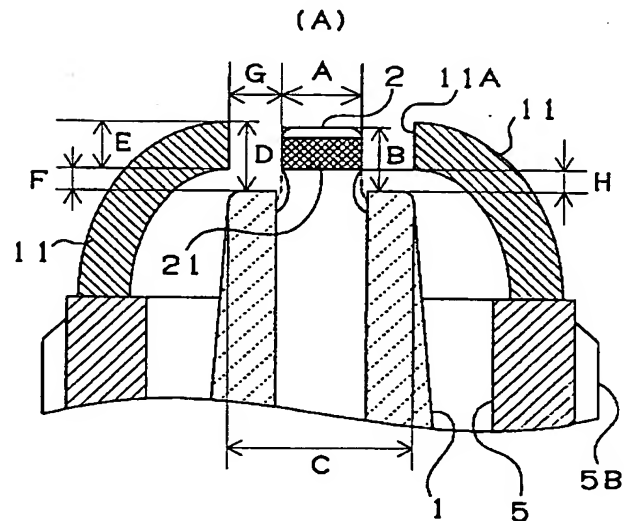
【符号の説明】

- 1 絶縁碍子
- 1C 中心貫通孔
- 1D すり鉢状の端面
- 2 中心電極
- 5 主体金具
- 11 接地電極
- 21 耐火花消耗部材

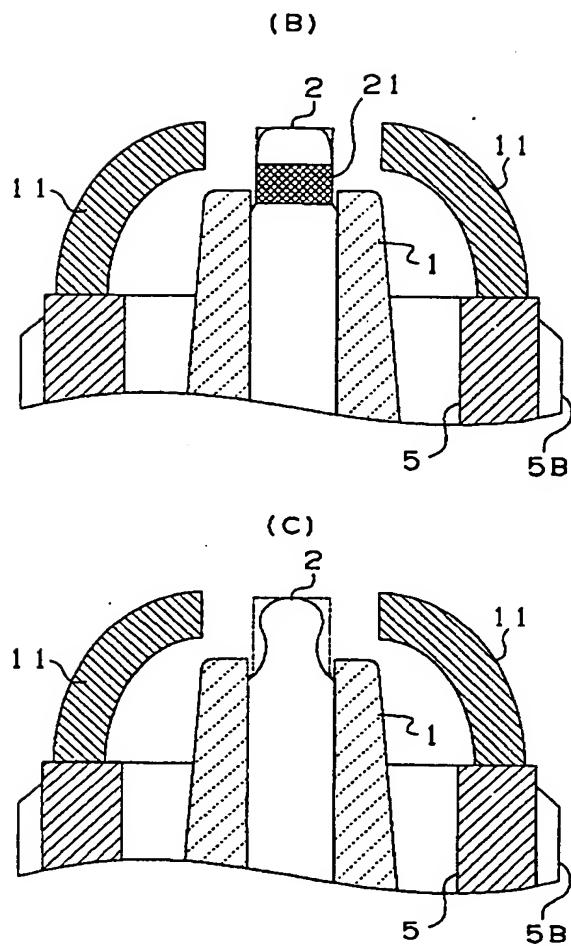
【図1】



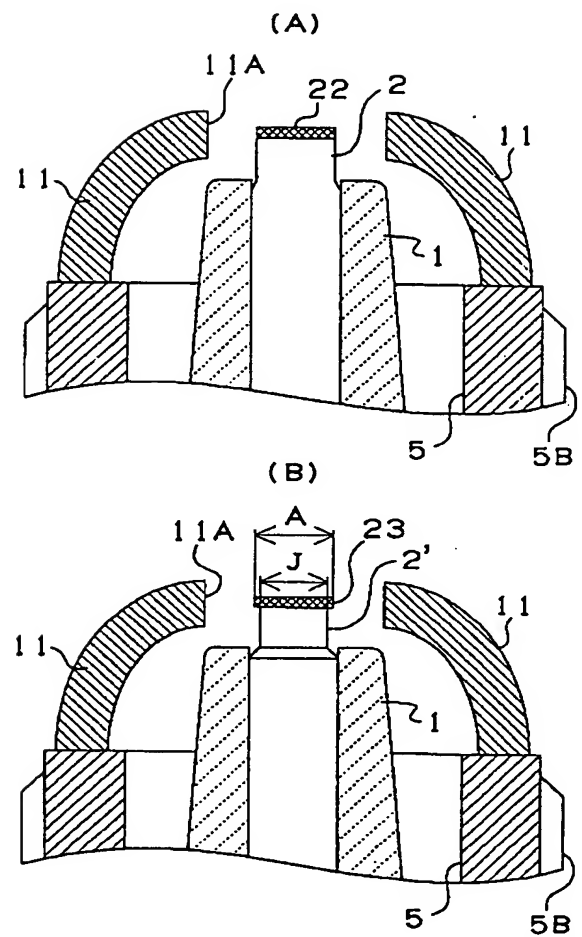
【図2】



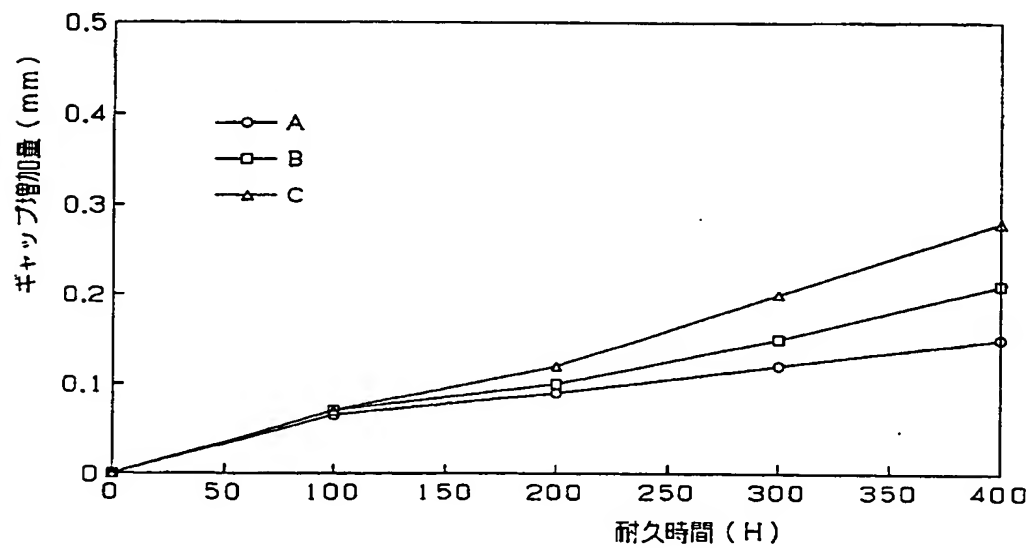
【図3】



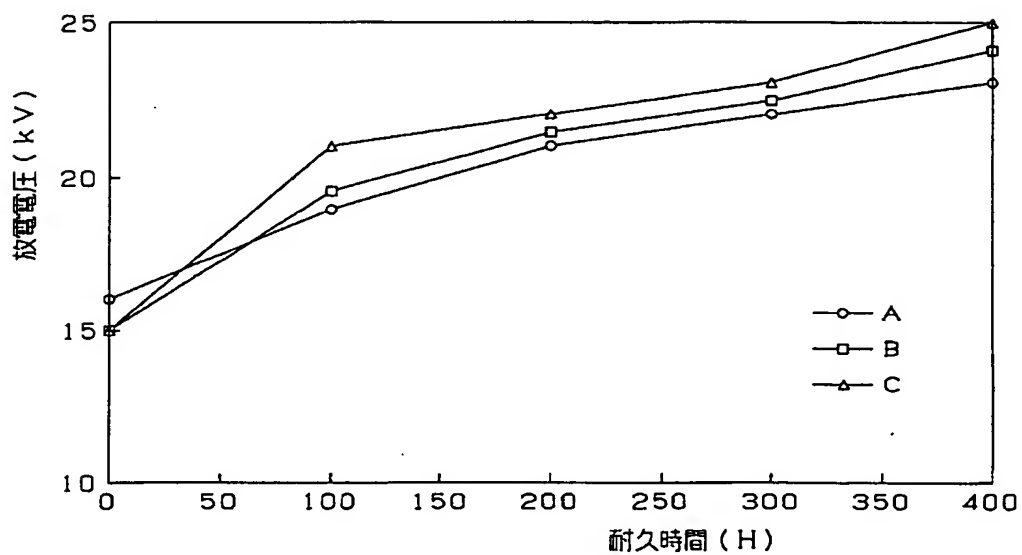
【図6】



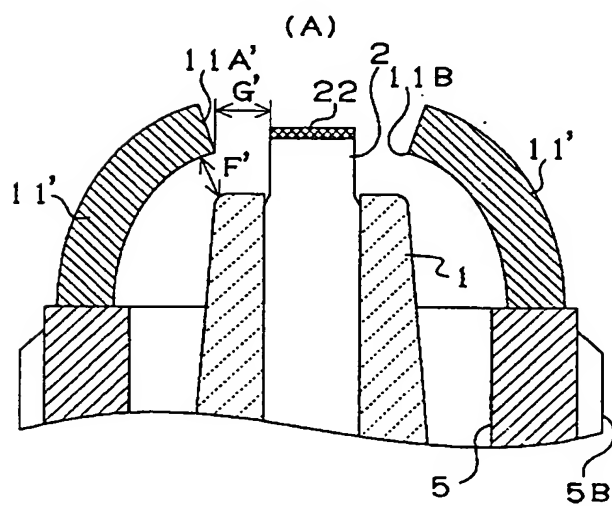
【図4】



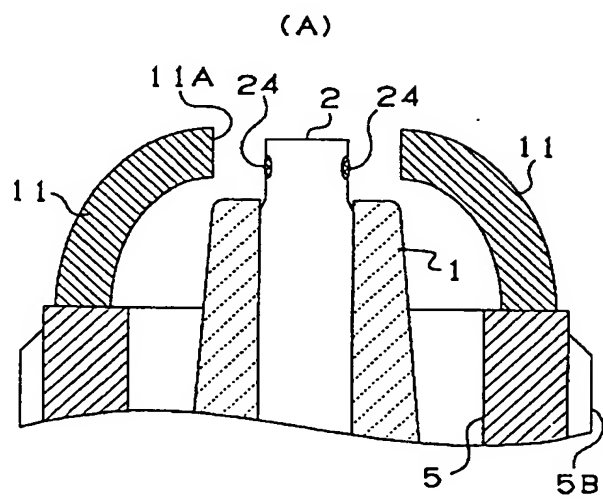
【図5】



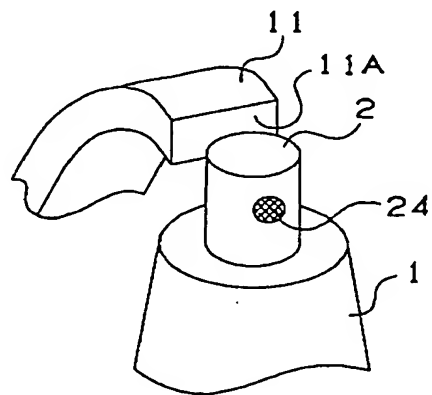
【図7】



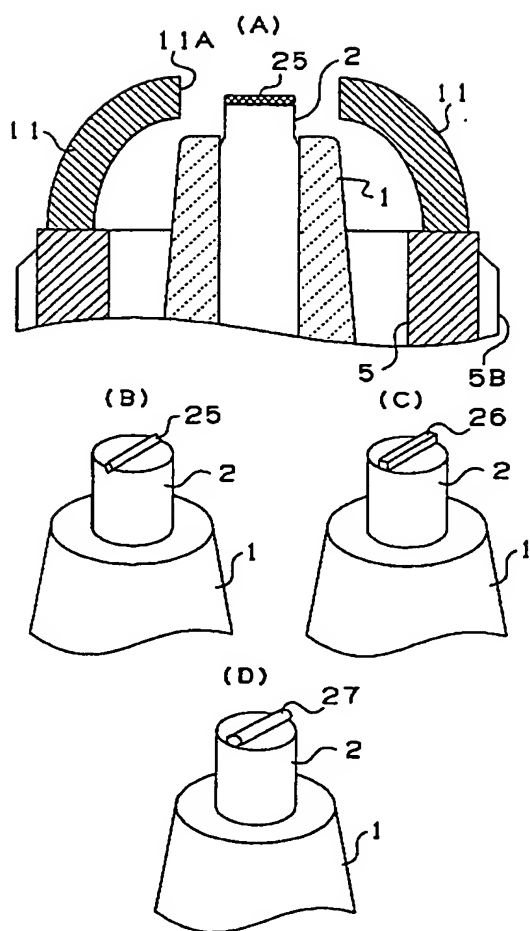
【図8】



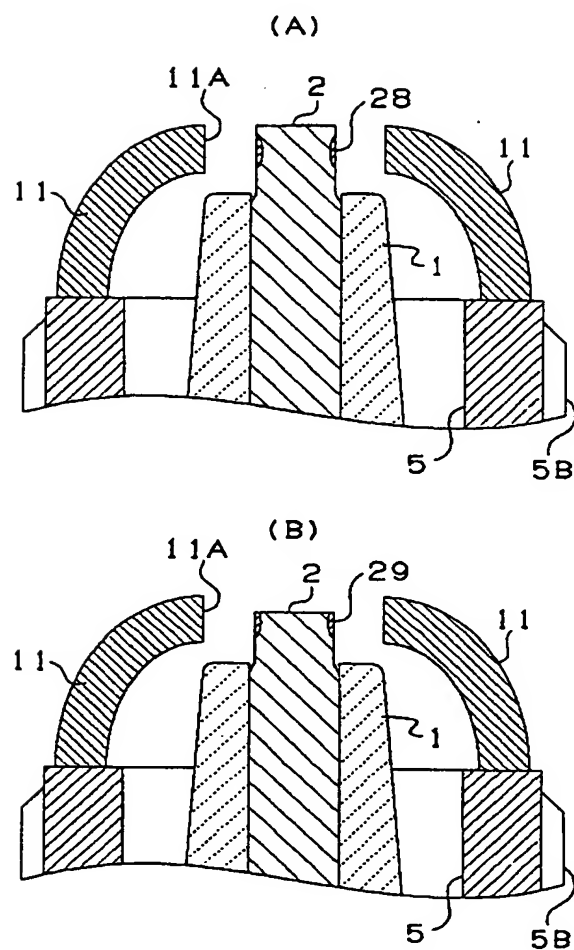
(B)



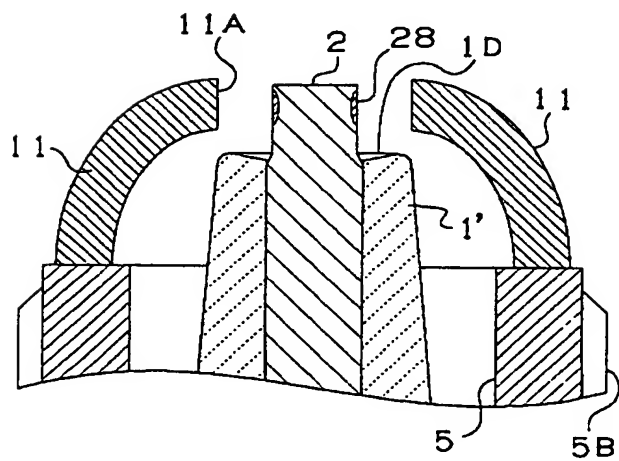
【図9】



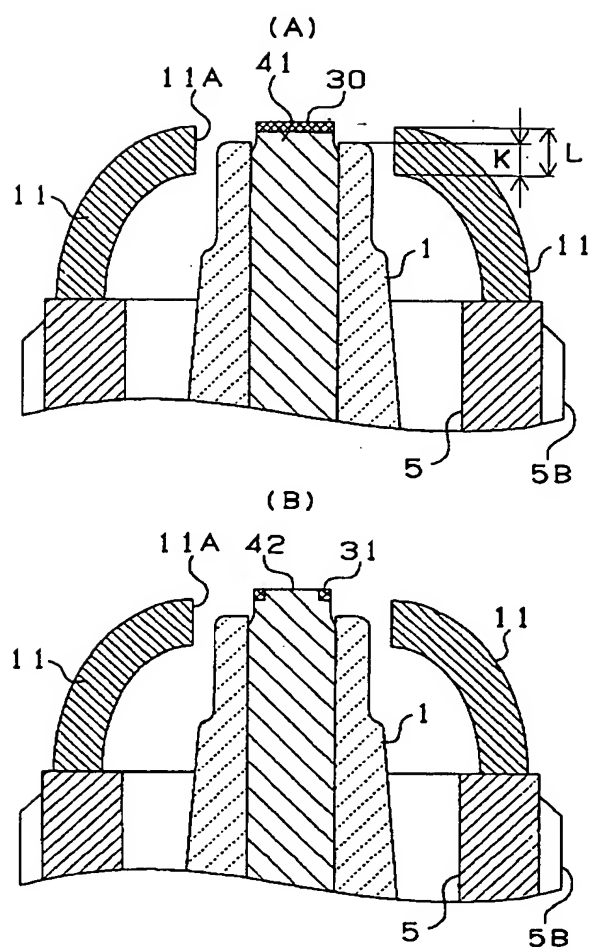
【図10】



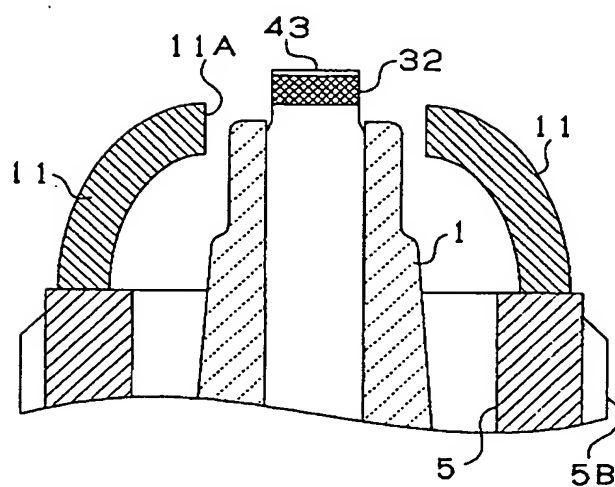
【図11】



【図12】



【図13】



THIS PAGE BLANK (USPTO)